

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1901

THÈSE

N°

422

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 13 juin 1901, à 1 heure

Par CHASSAING

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

TECHNIQUE MYOGRAPHIQUE

Président : M. GARIEL, professeur

*Juges : { MM. GUYON, professeur.
ALBARRAN et BROCA, (ANDRÉ) agrégés.*

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

PARIS

L. BOYER

IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

13, rue Racine, 13

1901

422

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Digitized by the Internet Archive
in 2026

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1901

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 13 juin 1901, à 1 heure

Par CHASSAING

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

TECHNIQUE MYOGRAPHIQUE

Président : M. GARIEL, professeur

*Juges : { MM. GUYON, professeur.
ALBARRAN et BROCA, (ANDRÉ) agrégés.*

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.



PARIS

L. BOYER

IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

15, rue Racine, 15

1901

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Docten.		M. BROUAF DEL	
Professeurs		MM.	
Anatomie		FARABEUF.	
Physiologie		CH. RICHET.	
Physique médicale		GARIEL.	
Chimie organique et chimie minérale		GAUTIER.	
Histoire naturelle médicale		BLANCHARD.	
Pathologie et thérapeutique générales		BOUCHARD.	
Pathologie médicale	}	HUTINEL.	
Pathologie chirurgicale		BRISAUD.	
Anatomie pathologique		LANNELONGUE	
Histologie		CORNIL.	
Opérations et appareils		MATHIAS DUVAL	
Matière médicale et pharmacologie		BERGER.	
Thérapeutique		POUCHET.	
Hygiène		LANDOUZY	
Médecine légale		PROUST.	
Histoire de la médecine et de la chirurgie		BROUARDEL.	
Pathologie expérimentale et comparée		N.....	
		CHANTEMESSE.	
Clinique médicale	}	JACCOUD.	
		HAYEM.	
Maladie des enfants		DIEULAFOY	
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale		DEBOVE.	
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques		GRANCHER.	
Clinique des maladies du système nerveux		JOFFROY.	
Clinique chirurgicale	}	FOURNIER.	
		RAYMOND.	
Clinique ophthalmologique		TERRIER.	
Clinique des maladies des voies urinales		DUPLAY.	
Clinique d'accouchements		LE DENTU.	
Clinique gynécologique		TILLAX.	
Clinique chirurgicale infantile		PANAS.	
		GUYON.	
		BUDIN.	
		PINARD.	
		POZZI.	
		KIRMISSON.	
Agrégés en exercice.			
MM.	DESGREZ	LEGUEU	TEISSIER
ACHARD	DUPRE	LEJARS	THIERY
ALBARRAN	FAURE	LIPAGE	THIROLOIX
ANDRE	GAUCHER	MARFAN	THOINOT
BONNAIRE	GILLES DE LA	MAUCLAIRE	VAQUEZ
BROCA (AUG.)	TOURETTE	MENETRIER	VARNIER
BROCA (ANDRÉ)	HARTMANN	MERY	WALLICH
CHARAIN	HEIM	REMY	WALTHER
CHASSEVANT	LANGLOIS	ROGER	WIDAL
DELBET	LAUNOIS	SEBILEAU	WURTZ

Chef des Travaux anatomiques : M. RIEFFEL.

Par délibération en date du 9 décembre 1794, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

AU PRÉSIDENT KRUGER

ET

A SES HÉROÏQUES COMPATRIOTES

*Que ma pensée suit avec anxiété, avec admiration,
dans leur lutte pour l'indépendance.*

A MES BIEN-AIMÉS PARENTS

*Témoignage d'amour filial
et de reconnaissance.*

A MON JEUNE FRÈRE

▲ MON EXCELLENT MAÎTRE

LE DOCTEUR GEORGES WEISS

Ingénieur des Ponts-et-Chaussées
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine
Chevalier de la Légion d'honneur

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR C.-M. GARIEL

Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées
Membre de l'Académie de Médecine
Commandeur de la Légion d'honneur

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

TECHNIQUE MYOGRAPHIQUE

AVANT-PROPOS

A. M. Georges Weiss, professeur agrégé.

Mon cher maître,

En rédigeant cette thèse, je me suis aperçu que votre nom revenait bien souvent sous ma plume, aussi souvent qu'il m'est arrivé de le prononcer, lorsqu'au laboratoire j'avais besoin de renseignements. Que de fois, depuis trois ans, je vous ai pressé de questions ! et vraiment je croirais vous avoir importuné, si je ne vous savais généreux et longanime et, en même temps, si riche en fonds scientifiques.

J'ai passé, sous votre direction, les heures de loisir que me laissaient mes études cliniques. Pouvais-je en mieux disposer, même au point de vue purement récréatif ? Quelle distraction vaut celle de se livrer à de

petites recherches personnelles, si modestes soient-elles, en s'inspirant des idées et des qualités du maître ? Sans compter que cet exercice, qui demande la mise en jeu de toutes les facultés, permet de recueillir des idées générales qui ne sont pas à dédaigner, d'éclairer son bon sens, et de réchauffer son enthousiasme.

Je me suis réjoui autant que vous, cher maître, lorsque, tout récemment, vous avez couronné, par de belles découvertes en électro-physiologie, vos efforts obstinés et bien dirigés. Tout le monde doit se réjouir pour l'avenir.

Aussi, ce que je tiens surtout à vous exprimer, c'est moins ma gratitude que la fierté que je ressens d'être votre élève.

EUGÈNE CHASSAING.

Il m'est infiniment agréable de citer les noms d'autres maîtres qui me sont plus particulièrement chers :

M. J. Girod professeur de philosophie au lycée de Clermont-Ferrand ;

M. Poirier doyen de la Faculté des Sciences ; MM. Girod et Lugol professeurs ;

MM. Bousquet, Gagnon, Lepetit et Maurin, professeurs à l'Ecole de Médecine, que j'ai été obligé de quitter, au début de ma première année d'internat.

Mes chefs de service à Paris, MM. Monod, Moutard-Martin, Bar et Delens ont droit à ma reconnaissance.

Je conserverai un excellent souvenir de la serviabilité et de la haute culture intellectuelle de MM. Athanasiu Bardier et Carvallo.

MM. les Docteurs russes Lestchensky et Worobieff, M. E. Dissard, pharmacien, et tous mes camarades peuvent compter sur mon amitié et mon dévouement.

Que M. le professeur Gariel daigne accepter nos remerciements, tant pour l'honneur qu'il nous fait d'accepter la présidence de notre thèse, que pour le précieux enseignement que nous avons puisé, à l'amphithéâtre, dans ses leçons très claires et très instructives.

E. C.

EXPOSÉ DU SUJET

Dans les sciences biologiques, sciences expérimentales par excellence, les instruments sont des intermédiaires obligés entre l'observateur et les phénomènes à analyser ; ici réduits à l'état de modestes mais indispensables auxiliaires, là destinés à assurer le succès d'une méthode dont ils sont l'expression adéquate. C'est dans cette seconde catégorie que rentrent tout naturellement et en première ligne les appareils sur lesquels agissent les phénomènes eux-mêmes pour enregistrer leur propre mouvement, *les appareils graphiques*. La définition suffit à en montrer toute l'importance et aussi à nous faire prévoir les difficultés. Est-ce que l'outil transmet intégralement et sans déformation le mouvement communiqué ? Comment reconnaître les erreurs introduites ; à quel vice de construction, de maniement, ou de principe tiennent-elles ? de quelle façon y remédier ? Ce sont autant de questions que l'observateur doit se poser et trancher, après avoir, de son mieux, pris connaissance de la composition et du fonctionnement de l'instrument, après avoir déterminé et noté les conditions dans lesquelles les faits se présentent, avant de songer à l'interprétation scientifique des premières courbes enregistrées.

C'est sur un travail de contrôle de ce genre, dont chacun sent la nécessité, qu'ont porté nos efforts. Nous avons limité notre tâche à l'étude des myographes et cela pour deux raisons ; parce que, d'une part, les myographes n'ont été, jusqu'ici, que peu ou point vérifiés, et que, d'autre part, ils portent dans leurs éléments les vices essentiels des autres appareils graphiques.

Bien entendu, nous n'avons pas étudié tous les myographes, la chose eût été impossible et inutile. Nous avons choisi, parmi les plus connus et les meilleurs, les myographes types Marey, Kaiser, Weiss.

Nous croyons utile de faire précéder l'exposé de nos recherches de quelques mots d'historique et de classification sur les myographes.

HISTORIQUE ET CLASSIFICATION DES MYOGRAPHES

Et d'abord qu'est-ce qu'un myographe? C'est l'appareil enregistreur, d'après les uns, inscripteur, d'après les autres, du mouvement des muscles.

La distinction ne mérite pas d'être poussée trop loin, basée qu'elle est sur un simple détail de construction. De fait, si l'appareil inscripteur et l'appareil récepteur sont fixés sur un même support, c'est à l'ensemble que s'applique le terme de myographe. Ex. : types Helmholtz, Dubois-Reymond, etc. ; s'ils ne sont plus solidaires c'est à l'appareil inscripteur seul que l'on donne le nom de myographe. Ex. : types Marey, Weiss, M. Blix, etc. S'il fallait choisir entre l'un ou l'autre sens, nous opterions, dans tous les cas, pour le sens restreint.

Quoique ramené aux plus justes proportions, l'exposé historique sera forcément un peu long, car le nombre des myographes inventés est considérable. Bien que ceux-ci diffèrent moins par le principe que par la forme, en règle générale on peut dire que les inventeurs ont su perfectionner, perfectionner en simplifiant.

Quant à la classification elle sera des plus simples. Nous prendrons pour base les deux modes de mouvement du muscle, le raccourcissement et le gonflement.

I. — *Myographes inscripteurs du raccourcissement des muscles.*

Le premier en date est, de l'avis de tous, celui d'Helmholtz (1). En voici le dispositif : le muscle placé dans une chambre humide est relié, par l'intermédiaire d'un crochet, à un cadre-levier mobile dans le sens vertical. Une des extrémités du levier est articulée avec un support fixe ; l'autre extrémité porte une petite tige munie du crayon inscripteur qui dessine sur la surface enfumée d'un cylindre tournant verticalement. Grâce à un double jeu de contrepoids, on règle à volonté l'appui de la plume sur le cylindre, l'éloignement de la tige articulée et la tension du levier sur le muscle. La rotation du cylindre est assurée par un mouvement d'horlogerie et un régulateur à ailettes que supporte l'axe prolongé du cylindre. Sont annexés à l'appareil un régulateur, un compteur permettant de savoir le nombre de tours que le cylindre a faits en un temps donné, et des dispositifs très ingénieux pour l'excitation automatique du muscle et la notation, sur le cylindre, de l'instant précis de l'excitation.

1. Désireux d'éviter toute redite nous renvoyons pour les mémoires et les dates à l'index bibliographique.

Dubois Reymond a apporté au myographe d'Helmholtz plusieurs modifications importantes. Voici en quoi consiste son myographe, dit myographe à ressort. Le cylindre enregistreur d'Helmholtz est remplacé par une plaque de verre poli contenue dans un cadre qui se meut verticalement et avec le moins de frottement possible, sur deux fils d'acier tendus parallèlement. Un ressort fixé sur un des côtés du cadre, et préalablement tendu, puis abandonné à lui-même, fait mouvoir le cadre.

Dans le myographe de Frédéricq pour l'étude de la période latente, le levier et le cadre, au lieu de se mouvoir verticalement, se déplacent horizontalement.

A part un peu de simplicité dans la forme, le myographe de Pflüger n'est autre que l'appareil d'Helmholtz dont le style inscripteur se déplacerait sur une surface immobile ; d'après ce procédé il n'y a plus d'enregistree que la hauteur de contraction, c'est l'ordonnée substituée à la courbe. Ainsi réduit à des proportions très simples le graphique gagne en netteté et facilite l'interprétation des différences d'amplitude.

Pour les autres dispositifs employés nous nous bornerons à une simple indication de leur principe. On a tenté de recueillir la courbe,

1° Sur une plaque fixée à un pendule (myographe pendule de Fich) ou à une des branches d'un diapason (Hänsen et Klünder).

2° Sur un disque animé d'un mouvement rapide de rotation (Valentin, Rosenthal) le système des coordonnées polaires remplace alors le système des coordonnées

orthogonales. Dans le Kreiselmyographe (myographe toupie de Rosenthal) une plaque de verre tourne autour d'un axe animé d'un mouvement analogue à celui de la toupie ordinaire;

3° Sur une plaque qu'on laisse tomber avec rapidité; le myographe est alors dit myographe d'Atwood (Hartless, et Jendrassik).

On le voit, toutes les modifications que nous venons de passer en revue portent sur le mode d'enregistrement. Aujourd'hui grâce aux perfectionnements apportés aux régulateurs et aux chronographes, c'est moins le mode d'enregistrement que le mode d'inscription qui préoccupe l'observateur. L'inertie des pièces en mouvement, voilà le point faible des appareils inscripteurs, et c'est avec toutes les ressources de leur esprit inventif que MM. Marey, Weiss, Kaiser se sont appliqués à réduire autant que possible la masse des organes qui devaient être animés de vitesse, à supprimer les frottements, à donner au myographe la précision d'un instrument de mesure. Nous donnerons plus loin la description des leviers myographiques de Kaiser et de Weiss. On connaît le myographe, à juste titre apprécié de M. le professeur Marey. Une plaque métallique disposée horizontalement porte un pivot qui sert d'axe à un levier très léger, de longueur variable, qui se meut dans un plan horizontal. Sur le pivot s'enroule un fil qui après avoir passé sur une petite poulie, supporte un plateau que l'on charge de poids. La lame de liège sur laquelle est épinglée la grenouille peut se

fixer entre des mords *ad hoc* que porte la plaque métallique.

Antérieurement M. Marey avait construit son myographe à ressort. Une lame d'acier prolonge le levier en arrière du centre de rotation ; cette lame d'acier est plus ou moins tendue par un petit excentrique de réglage. L'absence de graduation fait de ce myographe un instrument défectueux, car on ignore le degré de tension correspondant à telle ou telle position de l'excentrique, et les variations de tension qu'éprouve le muscle pendant sa contraction. A moins que l'instrument n'ait été préalablement gradué, auquel cas nous avons affaire à un représentant parfait de la méthode isométrique inventée par Fick. Le myographe isométrique, en effet, n'est autre qu'un myographe à ressort, préalablement gradué, destiné à mesurer le travail du muscle.

Citons encore, pour être complet, le « Cylinder-Feder-Myographion » de Von Vintschgau et Dietl, qui n'est qu'une combinaison du myographe de Dubois-Reymond et de celui de Marey, le myographe du physiologiste suédois M. Blix. Ce myographe présente une particularité intéressante, c'est que l'on peut, à l'aide d'une manivelle, déplacer le poids tenseur le long du levier auquel s'attaque directement le fil suspenseur. De plus, il peut servir, tour à tour, de myographe isolonique et de myographe isométrique.

A côté des myographes simples ou directs, que nous venons de passer en revue, se placent les myographes à transmission par l'air. L'idée de la transmission des

mouvements par l'air appartient à Ch. Buisson. C'est M. Marey qui en a le mieux réalisé le principe dans son appareil inscripteur connu sous le nom de tambour à levier.

Une capsule métallique est fermée en haut par une membrane de caoutchouc mince et peu tendue. Sur cette membrane est collé un disque léger d'aluminium, du centre duquel s'élève une pièce à double articulation qui relie la membrane au levier inscripteur. Quand deux tambours à levier sont conjugués, à l'aide d'un tube élastique communiquant, l'un porte le nom de manipulateur, l'autre de récepteur. Si une pression se fait sentir en un point quelconque, la tension de l'air intérieur augmente et la membrane très extensible qui ferme le tambour se gonfle en soulevant le levier pour s'affaisser de nouveau, dès que la tension de l'air vient à diminuer.

Nous ferons, plus loin, une courte critique de ces instruments.

II. — *Myographes inscripteurs du gonflement des muscles.*

Rien de plus légitime que ce procédé, conçu et préconisé par Achy, puisque tout raccourcissement musculaire s'accompagne d'un gonflement correspondant ; et la relation entre ces phénomènes est très étroite, étant donné que le volume du muscle à l'état de contraction ou de repos, de demi-contraction ou de tétanos, reste sensiblement le même.

Il existe de ce genre de myographes trois types connus :

1° Le cadre myographique, dont un des bords repose sur le ventre du muscle ; le bord opposé porte à son centre un petit crochet que l'on relie, par l'intermédiaire d'un fil, à un levier qui amplifiera les mouvements imprimés au cadre par le gonflement du muscle.

2° Le myographe à transmission, type Marey. Un levier relié à un tambour de Marey presse, par un bouton métallique dont il est muni à son extrémité, sur le muscle qu'il explore et l'aplatit transversalement contre une plaque de métal qui lui sert d'appui. En faisant glisser le tambour explorateur sur la tige qui le supporte, on exerce des pressions plus ou moins énergiques, ce qui est souvent très utile pour sensibiliser l'instrument au maximum (Marey).

3° Le troisième, le plus simple, le meilleur, c'est le cardiographe employé pour l'exploration du cœur de la grenouille.

MYOGRAPHES CLINIQUES

Sont ainsi désignés les myographes spécialement destinés à l'exploration des muscles de l'homme.

1° Pince myographique de Marey. Deux branches métalliques articulées entre elles, par leur partie médiane, explorent le ventre du muscle. L'écartement produit par la contraction est transmis par un tambour polygraphe à un cylindre enregistreur.

2° Capsule exploratrice de Marey. Cette capsule, sorte de tambour de Marey replié en gouttière, s'applique par sa face élastique sur le muscle qu'on veut explorer ; on la maintient fortement serrée et immobilisée au moyen d'un bandage roulé ; un tube de caoutchouc relie cet explorateur à un tambour enregistreur. Sur la membrane élastique on dispose un bouton de métal qui relié à un fil conducteur sert, au besoin, à exciter le muscle (Marey).

3° Myographe de Cyon. Un ressort à boudin suspendu à une tige horizontale se termine inférieurement par une anse métallique qui reçoit le pouce. Chaque traction exercée sur lui est transmise à un système de leviers qui inscrivent le mouvement sur le cylindre enregistreur. Le bras est placé dans un moule en plâtre

qui le fixe et ne permet que les mouvements de l'adducteur du pouce. La contraction de ce dernier se fait par l'intermédiaire du nerf cubital.

4° Myographe de Landois et Mosler. Le mécanisme n'offre rien d'original. C'est un myographe à transmission destiné, dans la pensée des inventeurs, « à explorer les muscles excités directement, ou par l'intermédiaire du nerf, par un courant galvanique ou faradique ».

5° Myographe de Mergier. Succédané de la capsule exploratrice de Marey. Particularité : une soupape empêche toute communication de mouvement entre les tambours conjugués, pendant les manipulations préliminaires.

Myophotographie et Myophotochronographie.

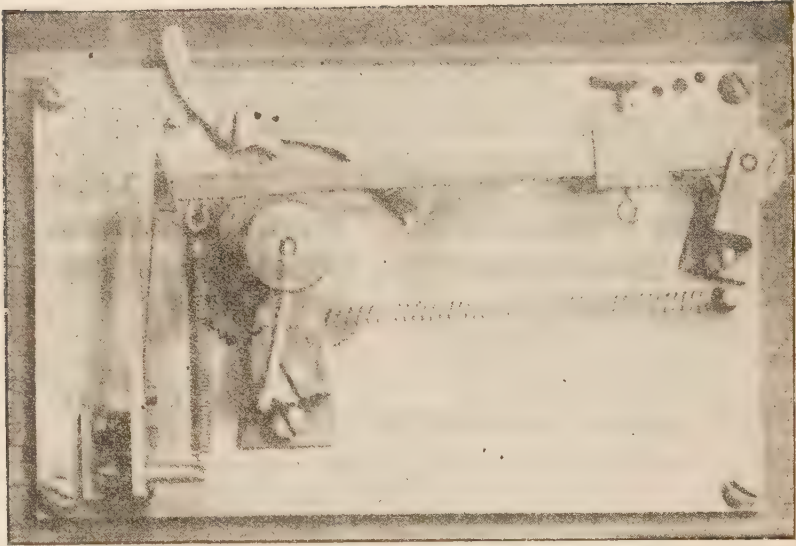
(Ch. Bohr, Marey).

Le mouvement du muscle enregistré directement par la photographie, ce serait le procédé idéal, s'il n'était, malheureusement, le moins pratique.

PRINCIPE DE LA MÉTHODE DE CONTRÔLE
DES MYOGRAPHES. — NOTRE APPAREIL
A EXCENTRIQUE. — MYOGRAPHES EM-
PLOYÉS

Ce que nous demandons aux appareils inscripteurs, c'est d'exprimer fidèlement, par une courbe, la loi du mouvement étudié. Mais comment s'assurer de l'exactitude du graphique? Que l'on dispose d'un mouvement de forme connue et que, l'appliquant à l'appareil inscripteur, on recherche si le tracé obtenu exprime fidèlement cette forme, il est bien certain que l'on aura là un moyen de contrôle rigoureusement scientifique. C'est à cette méthode qu'a, le premier, eu recours Donders pour l'examen du cardiographe à eau et du cardiographe à air de MM. Marey et Chauveau. Ce savant utilisait soit le mouvement d'une tige mue par l'action intermittente d'un électro-aimant, soit le mouvement périodique d'un disque à bord sinueux et fonctionnant comme excentrique.

Pour l'étude des myographes nous avons fait construire un appareil capable de nous donner un mouvement toujours identique à lui-même.



Cet appareil représenté ci-dessus se compose d'un levier très rigide, muni d'un curseur et fortement maintenu par un ressort antagoniste contre le pourtour de l'excentrique. Celui-ci tourne autour d'un axe qui porte en outre, 1° une poulie autour de laquelle s'enroule un ressort à boudin dont l'autre extrémité est fixée à une borne, 2° une roue dentée, 3° un écrou fixant l'excentrique dans une position immuable et permettant de remonter celui-ci, jusqu'à ce qu'une goupille située sur la face inférieure du disque denté butte contre un arrêt de la plaque métallique. Un linguet, que l'on engrène toujours dans la même échancrure du disque denté, sert à produire l'échappement. La détente donnée, l'excentrique commence son mouvement et le continue, jusqu'à sa rencontre avec un cube de plomb qui sert de butoir et d'amortisseur.

L'appareil se complète par un ressort à un encliquetage destiné à diminuer le rebondissement qui se produit au moment du choc de l'excentrique contre l'amortisseur. Grâce à la bonne trempe donnée aux ressorts, nous avons toujours affaire à un mouvement de même durée, ce dont il est facile de s'assurer en comparant, par intervalles, les courbes prises dans les mêmes autres conditions.

Une fois la courbe enregistrée, on peut en remontant l'excentrique inscrire la hauteur réelle. Détail de contrôle très important, puisqu'il nous permet de comparer les hauteurs réelles avec les hauteurs observées.

Un mot maintenant sur les leviers myographiques de Kaiser et de Weiss que nous avons employés concurremment avec celui de Marey.

Le levier de Kaiser diffère de ce dernier décrit plus haut :

a) Par la graduation qu'il porte sous forme d'orifices espacés de $1/2$ cm. les uns des autres.

b) Par la forme arrondie donnée à son extrémité libre qui peut ainsi s'engager à frottement dans la partie non métallique qui porte le style, et maintenir celle-ci absolument fixe.

c) Par une poulie de 1 cm. de rayon annexée à l'axe et autour de laquelle s'enroule le fil qui supporte le poids tenseur.

Le levier du myographe de Weiss est muni à son extrémité libre d'une rainure dans laquelle s'engage l'anse du fil transmetteur. Donc, pas d'autre amplification que celle due à la longueur de la plume écrivante (1 cm,9).

La longueur du levier proprement dit, 1^{er} bras de levier, = 0.042 mm. Le 2^e bras de levier (hauteur du pivot) mesure 0,0022. Ce qui fait aussi et surtout l'originalité de ce myographe, c'est le pivot couteau qui remplace le pivot avec vis de réglage, employé dans tous les autres myographes. Le tranchant du pivot est appliqué sur le plan d'agate par l'action du poids tenseur.

DE LA DÉFORMATION DU MOUVEMENT PAR LES ORGANES DE TRANSMISSION

L'inertie des pièces en mouvement se manifeste d'une façon différente, suivant la façon dont la force motrice agit sur le levier mobile, et, en particulier, suivant que cette liaison se fait par l'intermédiaire de liens plus ou moins élastiques. M. Marey a montré l'importance de cette élasticité des transmissions à l'aide de la balance à encliquetage, et nous avons retrouvé un phénomène analogue en étudiant l'influence de la nature et de la longueur du fil qui relie le levier de notre appareil à excentrique au myographe.

Voici l'observation fondamentale que nous avons faite. En opérant avec un fil de soie ordinaire, si l'on fait varier la longueur du fil qui relie le muscle artificiel au myographe, on voit la hauteur de la secousse enregistrée varier avec la longueur du fil dans des proportions considérables. Lorsque ce fil est très long, la hauteur de la courbe enregistrée est moindre qu'elle ne devrait l'être, puis, le fil diminuant de longueur, la hauteur enregistrée augmente, passe par la valeur qu'elle devrait avoir réellement et finit par la dépasser beaucoup.

Nous citerons l'exemple suivant. Pour un poids tenseur du myographe (Marey), égal à 50 grs, longueur du levier, 13 cm., amplification, 12-5, alors que la hauteur de la courbe enregistrée devrait être de 21 mm. nous la voyons varier de 15 mm. à 68 mm. quand la longueur du fil passe de 1 m. à 0 m. 30. Pour d'autres poids tenseurs, et nous avons fait à ce sujet un grand nombre d'expériences, les chiffres sont différents mais les courbes des variations restent analogues. Ces courbes sont d'ailleurs remarquables par leur régularité.

Les résultats varient aussi suivant la nature du fil. Si l'on prend un fil métallique, un fil de cuivre, par exemple, ne s'allongeant que très peu à la traction, on voit qu'il se comporte comme un fil de soie court, même lorsqu'il est très long. Et pour des variations de longueur considérables, les différences des hauteurs sont très faibles, le fil métallique transmettant intégralement, grâce à son inextensibilité, le mouvement du levier.

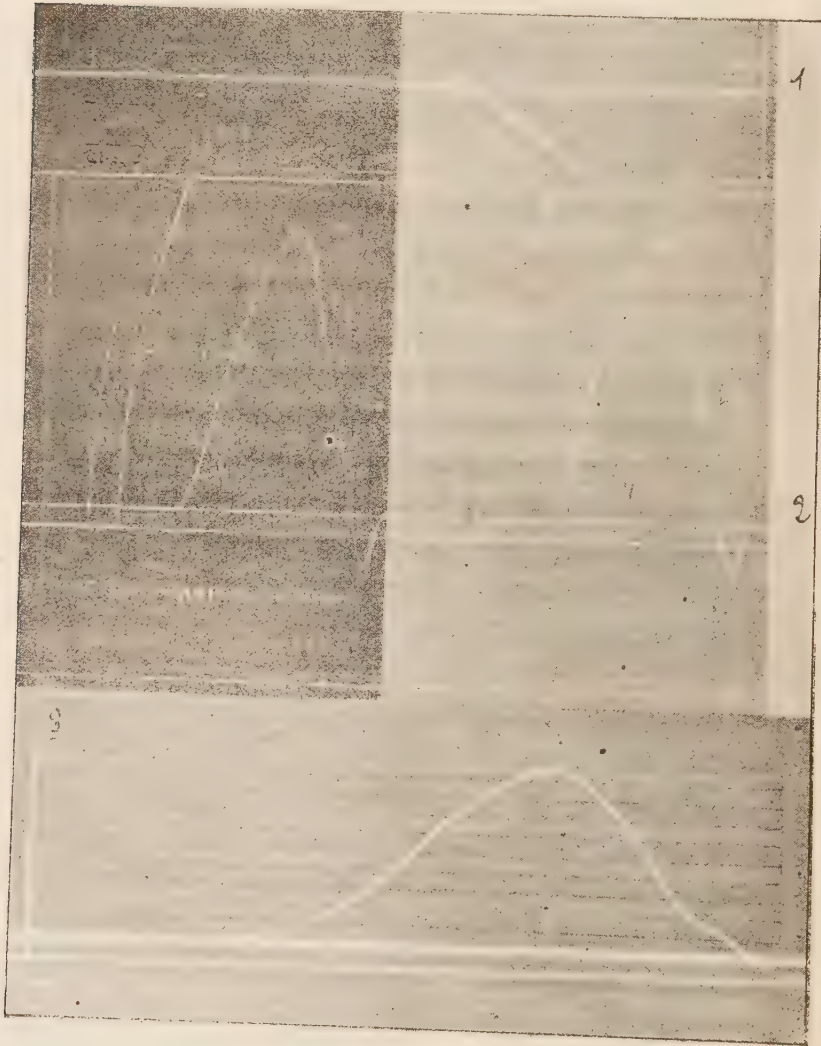
Si l'on intercale sur le trajet un brin élastique, on voit se reproduire tous les phénomènes signalés pour le fil de soie, suivant que ce brin élastique est plus ou moins important.

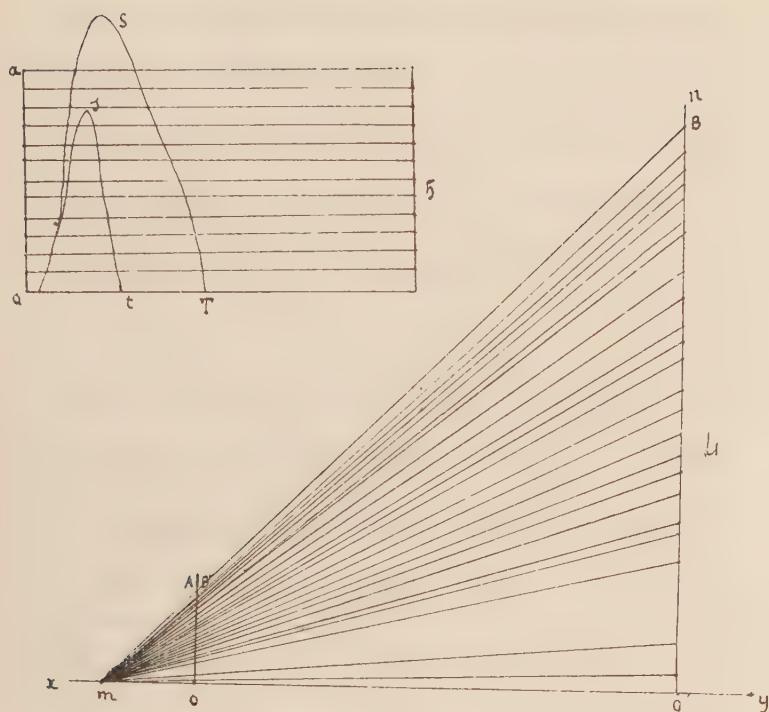
DÉFORMATION DE LA COURBE DU MOUVEMENT PAR LES LEVIERS AMPLIFICATEURS

Comparons les courbes obtenues avec un levier de très faible amplification et un levier de moyenne amplification. Les leviers de Marey et de Weiss conviennent très bien. Il est entendu que l'on opère dans des conditions rigoureusement semblables; les poids tenseurs se correspondent exactement et l'appareil à excentrique nous fournit un mouvement toujours de même forme et de même durée.

Correction des hauteurs. Correction des vitesses après amplification optique. — Soient les courbes 1 (Myo-Weiss) et 2 (Myo-Marey): H et h leurs hauteurs rectifiées à l'aide de la manœuvre indiquée plus haut. Ces courbes ne peuvent être comparées qu'à la condition que les hauteurs réelles aient même valeur dans les deux cas. Pour satisfaire à cette condition le mieux est de prendre une photographie agrandie de la petite courbe; la valeur de l'agrandissement sera déterminée par le rapport H/h . On obtient le graphique 3. Ce

faisant on a augmenté dans le même rapport la ligne des vitesses qu'il s'agit maintenant de ramener à leur valeur primitive. On y arrive en procédant comme suit :





tracer sur le papier la ligne des abscisses $x y$ et deux lignes des ordonnées $o A$ et $O n$ (fig 4). Prendre au compas la hauteur réelle de la petite courbe 1 et la porter sur l'ordonnée de gauche $O A$; prendre, de la même façon, la hauteur réelle de la courbe 2 et en porter la valeur sur l'autre ordonnée $O' n$ (pour faciliter la construction on peut prendre doubles ou triples ces valeurs respectives). Réunir les deux points figuratifs ainsi déterminés par une droite que l'on prolonge jusqu'à la ligne des abscisses, m est le point d'entrecroisement.

D'autre part, traçons parallèlement à l'axe des abscisses de la courbe amplifiée 3, un réseau de droites équi-

distantes, dont nous porterons sur le papier une reproduction exacte, 5. Les points du graphique coupés par chacune de ces droites sont tous situés à une même hauteur et ont tous subi une déviation proportionnelle au grossissement. Ils devront être ramenés vers la gauche d'une longueur égale à la distance qui les sépare de la normale OA coupant la ligne des abscisses à l'origine de la courbe, à cette distance, disons-nous, divisée par la valeur du grossissement. A cet effet, on porte sur la ligne des ordonnées $O'n$ la longueur correspondant à OB et on réunit, par une droite, le point limite au point m pour avoir sur l'ordonnée de gauche OA la longueur corrective cherchée. C'est cette longueur que l'on porte au compas sur la droite correspondante du tracé (5) qui figure sur le papier. Ainsi on a déterminé un point de la nouvelle courbe ; on procède de la même manière pour la détermination de tous les autres.

Cette opération, dont la marche est assez longue à décrire, se fait, en réalité, très rapidement.

Maintenant superposons les courbes OST et ost que les conditions ainsi réalisées (1) nous autorisent à comparer. Nous voyons que le sommet de la courbe OST dépasse de près de deux centimètres la ligne de hauteur réelle tandis que pour la courbe ost la différence est à peine d'un millimètre. En outre la ligne OT' qui

1. Nous avons fait préalablement la correction de l'arc de cercle. La fig. 2 représente la construction géométrique relative à cette correction, longuement interprétée dans la méthode graphique de M. Marey, p. 504.

exprime la durée est environ deux fois plus grande que $o\ t$.

Répétant cette expérience pour des amplifications plus faibles du levier de Marey, nous avons des différences moindres et sensiblement dans le même rapport. Pour d'autres poids on obtenait aussi d'autres valeurs mais toujours avec des différences correspondantes du côté de la hauteur et de la durée de la courbe.

Etant donnée cette inertie du levier, nous avons recherché si elle ne pouvait pas occasionner de temps perdu. Une tige annexée à l'excentrique déterminait, au début de l'échappement, la rupture d'un courant qui actionnait un signal de Déprez. L'ouverture de compas, qui sépare le repère de l'origine de la courbe, est sensiblement le même dans les deux cas et dans deux expériences successives ; donc pas de retard.

MÊMES EXPÉRIENCES RÉPÉTÉES AVEC LE MUSCLE NATUREL

Ici les choses sont plus délicates, parce que ne sont comparables que les expériences faites avec un même muscle, et pendant un certain laps de temps, celui auquel correspond une contraction toujours identique à elle-même en hauteur et en durée. Autre difficulté : l'influence de la tension du poids qui ne s'exerçait que d'une façon négligeable sur la vitesse de l'excentrique, doit être, en ce qui concerne le muscle naturel, prise en grande considération. Et si, dans le premier cas, il nous était possible d'étudier sur chaque myographe, les variations d'un élément (poids, levier, fil transmetteur) par rapport aux autres et leurs influences réciproques, dans le second cas, au contraire, il est un élément, le poids tenseur, que nous ne pouvons faire varier sous peine de nous exposer à attribuer aux pièces de l'instrument des phénomènes qui ne tiennent qu'à l'élasticité musculaire sollicitée, de façon différente, par les différents poids tenseurs.

Nous avons choisi le muscle le plus commode de l'animal qui se prête le mieux aux recherches myographiques, le gastro-cnémien de la grenouille. Pour

l'excitation, nous avons utilisé soit la décharge d'un condensateur, soit la méthode unipolaire avec courant induit, méthode qui nous a paru respecter le plus la vie du nerf.

1° *Influence de la longueur et de la nature du fil.*

— Myographe Kaiser. Longueur du levier : 20 cm. ; amplification : 20/3 ; poids tenseur : 20 grammes. Avec fil de soie de l : 10 cm. et avec fil de lin de l : 10 cm. ou 40 cm., nous avons des courbes de même amplitude. Si nous donnons au fil de soie une longueur de 0.40 cm., on voit la hauteur de la courbe diminuer légèrement. Même en opérant dans les conditions que les expériences avec le muscle artificiel nous ont apprises les plus favorables on n'obtient qu'une faible différence. Il est vrai que cela peut tenir, en partie, à la vitesse de la contraction musculaire qui est un peu moins rapide que le mouvement de l'excentrique. La cause en réside surtout dans la nature de l'organe moteur qui est rigide dans un cas et élastique dans l'autre. *L'Elasticité du muscle pare, jusqu'à une certaine limite de vitesse, aux phénomènes de choc.* Le fait est très net en ce qui concerne l'inertie du levier, que nous avons vu se manifester avec de telles proportions, en nous servant du muscle artificiel, et qui, ici, est réduite absolument à néant, même pour des amplifications considérables.

2° *De l'inertie du levier.* — Etant donné que le myographe de Weiss inscrit fidèlement le mouvement d'un muscle artificiel composé de pièces rigides, *a fortiori* il inscrira fidèlement, et sans le moindre phénomène d'inertie, un mouvement de durée plus longue, produit

par un muscle naturel. Si nous comparons les courbes obtenues avec le myographe de Weiss et celui de Macey (à ce dernier nous donnons un levier de 20 cu. 1 et un bras de levier urseur axe de 2 cm. 9) nous voyons que les hauteurs des courbes sont dans le même rapport que les amplifications.

Sachant que pour cette amplification $\frac{20.1}{2.9}$ l'amplitude de la courbe n'est pas altérée nous n'avons, pour la série montante des amplifications, qu'à rapporter les hauteurs des courbes obtenues à celle que nous savons juste. On a l'avantage de n'opérer plus qu'avec un seul myographe.

L étant la longueur totale du levier, l la distance curseur-axe, H la hauteur de la courbe enregistrée, x le raccourcissement du muscle, on a $\frac{4}{l} = \frac{H}{x}$

Si la valeur de H reste toujours proportionnelle à la valeur de l on doit avoir pour chaque expérience de la série $l \times H = \text{constante}$. C'est en effet ce que nous obtenons très approximativement :

$$1) 2,9 \times 2, = 580$$

$$2) 2,5 \times 2,45 = 612$$

$$3) 2,1 \times 2,9 = 609$$

$$4) 1,45 \times 4,1 = 594$$

$$5) 0,85 \times 7,1 = 603$$

$$6) 0,65 \times 9,1 = 581$$

Il est à peine besoin de faire remarquer que, si l'on a affaire à une contraction musculaire plus rapide, l'inertie pourra apparaître. Il suffit de se reporter à l'excellente thèse de M. Ch. Lefevre sur la contrac-

tion musculaire chez la sauterelle pour voir quelles, difficultés cet observateur a eu à surmonter pour se mettre, autant que possible, à l'abri des phénomènes de choc. Il opérait sur le muscle extenseur de la jambe ; la durée totale de la contraction était de $1/10$ de seconde.

Les deux procédés que nous avons indiqués seront, dans tous les cas, d'une grande utilité puisqu'ils permettent, l'un, de savoir si l'inertie entre en jeu, l'autre, d'obvier à ce danger.

COMPARAISON DES MYOGRAPHES DE MAREY ET DE WEISS AU POINT DE VUE DE LEUR SENSIBILITÉ.

Les leviers des myographes sont reliés entre eux par un fil métallique dont les points d'attache se trouvent à la même distance du point de rotation. Le poids tenseur de l'un des myographes étant 200 grammes par exemple, l'arons l'autre de façon que les leviers soient ramenés dans leur direction normale.

Cela fait, on détermine pour chaque myographe, en se servant d'une poulie de réflexion extrêmement sensible, le poids minimum au-dessous duquel le levier revient franchement à gauche c'est-à-dire au-dessous de la ligne du 0, et le poids maximum au-dessus duquel le levier passe franchement à droite, au-dessus de la ligne du 0.

La différence de poids exprimera pour tel bras de levier et tel poids tenseur, la différence de sensibilité. Dans le cas présent nous constatons que cette différence existe toujours, pour des poids tenseurs et des amplifications variées au préjudice du myographe de M. Marey et nous l'attribuons aux frottements du pivot, pour une grosse part; aux frottements de la poulie, pour une

part moindre, mais pourtant indéniable. Il est facile de mettre en relief ce dernier point en utilisant le procédé général de mesure de la sensibilité des poulies. Si l'on suspend, aux extrémités d'un fil passant sur une poulie, des poids égaux, et si l'on ajoute de la surcharge à l'un des poids jusqu'à ce que l'équilibre soit rompu ; pour des poids déterminés la surcharge correspondra à la valeur de l'ensemble des frottements.

Prenons la poulie du myographe de M. Weiss et suspendons à chaque extrémité du fil un poids de 160 gr. nous notons 9 gr. de surcharge au moment de la rupture de l'équilibre. Si nous remplaçons le fil ordinaire par un fil métallique, il suffit d'une surcharge un peu moindre. Donc, légère résistance tenant à la nature du fil. Répétant la même expérience sur la poulie du myographe de M. Marey, avec mêmes poids et mêmes surcharges, nous n'observons aucun mouvement de la poulie qui reste parfaitement indifférente ; il faut ajouter l'une surcharge de 3 gr. pour vaincre l'équilibre. Ni une ni l'autre des deux poulies n'est excellente, et nous nous sommes servi, dans nos expériences, de poulies de sensibilité beaucoup plus exquise.

GRADUATION ET ÉTALONNAGE DES LEVIER MYOGRAPHIQUES.

Pour faciliter la détermination du poids réel et de la valeur de l'amplification il est nécessaire que le levier porte une échelle graduée en mill. On pourrait, en ce qui concerne le poids réel, remplacer tout calcul par une simple lecture, si l'on procédait sur le myographe à un étalonnage analogue à celui de la romaine. Une graduation donnerait par simple lecture pour un poids tenseur déterminé, la valeur de la tension sur le fil transmetteur. Deux poids tenseurs suffiraient largement aux besoins de la pratique ; et puis rien n'empêche de disposer, pour chaque instrument, de deux ou trois leviers.

QUE] DOIT-ÊTRE UN STYLE INSCRIPTEUR ?

C'est une question qui a son importance et dont il faut n'ignorer aucun détail sous peine de s'exposer à recueillir de mauvais tracés.

En corne amincie ou en baleine réduite à une très faible épaisseur, le style écrivant sera léger, souple dans le sens de l'inscription, rigide dans le sens opposé. De plus, on aura soin de le recourber légèrement sur e plat. Cette disposition préviendra tout fouettage de la plume sur la surface enfumée, la plume ne reposant, grâce à l'élasticité de courbure, que par sa pointe très effilée. Cette effilure de la pointe est indispensable pour obtenir un trait très fin ; en même temps, il est nécessaire que la couche de noir de fumée déposée sur le papier soit extrêmement mince. C'est moins à noircir qu'à jaunir que l'on doit s'appliquer.

Pour ne pas compromettre la légèreté si essentielle de la plume, le meilleur moyen de la fixer au bout du levier est de l'agglutiner avec un peu de cire à modeler ou de cire à cacheter.

Enfin, le style inscripteur doit toujours être en contact avec la surface sur laquelle il écrit et à toutes les phases du mouvement la pression doit être la même. Ce

sont des conditions qu'il est difficile de réaliser parfaitement, surtout lorsque l'inscription se fait, et c'est la généralité des cas, sur cylindre enregistreur. En effet, la plume s'éloigne du plan tangent à mesure qu'elle dévie et, toutes choses égales d'ailleurs, cet éloignement sera d'autant plus prononcé que le cylindre aura un rayon plus petit, le levier une longueur moindre et que l'arc décrit sera plus grand. Il suffit d'être prévenu de ces dangers pour savoir y obvier. Mais il est une précaution qu'il ne faut jamais négliger de prendre, c'est de placer le style de telle sorte que son mouvement se fasse parallèlement aux génératrices du cylindre.

DU PIVOT

Le pivot sert d'axe au levier et de point d'attache au fil qui transmet la tension du poids. On le fixe à l'aide d'une vis de réglage, dont on gradue à volonté la pression. Ce procédé est défectueux pour deux raisons.

a) Si la prise de l'axe par la vis de réglage est trop lâche, le levier peut osciller dans toutes les directions ; le changement de plan s'accompagne inévitablement de la déformation du tracé. C'est dans ce cas, en particulier, que la courbe présente des sinuosités et même des solutions de continuité.

b) Si la prise est trop forte on crée des frottements qu'augmente encore l'action du poids.

On conviendra qu'il est difficile de tenir le juste milieu.

Aussi, trouvons-nous excellente l'idée qu'a eue M. Weiss de remplacer le pivot avec vis de réglage par un pivot-couteau. Ses avantages sont manifestes :

a) le levier les déplace toujours dans le même plan

b) les frottements sont réduits au minimum.

POIDS TENSEUR

La considération du poids tenseur est importante à plusieurs points de vue. M. le Professeur Richet a bien mis en lumière l'influence de la variation du poids sur la forme de la secousse musculaire. Il n'y a pas que l'élasticité du muscle qui soit modifiée. La forme de la courbe est liée au changement de poids, quand même la forme du mouvement resterait invariable. C'est l'élasticité des organes de transmission et l'inertie des pièces en mouvement qui, ici, entrent en jeu. Ce sont aussi les frottements ; et s'il est utile de connaître la sensibilité et la force maxima de la balance dont on fait usage, la chose n'est pas indifférente en ce qui concerne le myographe. Abstraction faite de la tension à donner au muscle, il faut que la valeur de tout poids tenseur soit en rapport avec la sensibilité et la force de l'instrument.

Maintenant, entre les modes de suspension, lequel choisir ? le plus simple. Le poids sera directement suspendu au fil et le plus près possible de la poulie de réflexion.

Des modes d'attache quel est le meilleur ? Lorsque le fil suspenseur s'enroule autour du pivot, le bras de

levier étant très court, on a une faible excursion du poids et il n'y a pas lieu de tenir compte des effets d'inertie dus au poids. Si le point d'attache se trouve à une distance plus éloignée de l'axe, par exemple au point même où agit la force motrice les phénomènes d'inertie pourront apparaître, se traduisant en particulier par des oscillations de la fin de la courbe, mais en revanche, pour une même tension sur le muscle, le poids sera plus faible, et la valeur numérique de cette tension sera donnée directement par le poids tenseur. A cet égard, la disposition donnée par M. Blix à son myographe, et dont nous avons parlé plus haut, nous paraît très avantageuse.

ENREGISTREMENT DU GONFLEMENT DES MUSCLES

C'est une méthode qui, pour être excellente, n'en est pas moins très délaissée. Elle est à employer comme moyen de recherches et comme moyen de contrôle.

a). — Comme moyen de recherches lorsqu'on veut étudier la contraction d'un muscle respecté dans ses insertions, ses rapports, sa nutrition.

b). — Comme moyen de contrôle de l'inscription du raccourcissement. Quoi de plus commode en effet, lorsqu'on prend le tracé de la courbe du raccourcissement, quoi de plus commode que de placer sur le ventre du muscle un explorateur myographique dont le style dessine sur un cylindre disposé verticalement. On peut, comme nous l'avons fait, donner aux deux leviers la même amplification, aux cylindres la même vitesse et recueillir simultanément les deux tracées dont la comparaison est susceptible de fournir d'utiles indications. Il va sans dire qu'au cours d'une expérience on évitera à tout prix le moindre déplacement de la cupule myographique.

De l'examen et de la comparaison des graphiques pris dans ces conditions il ressort, outre une remarquable

similitude, sur un point pourtant, une petite différence intéressante à noter. C'est que la courbe du gonflement accuse la présence d'inertie, tandis que la courbe du raccourcissement en est, pour la même contraction, absolument dépourvu.

CONTROLE ET CORRECTION DES TAMBOURS DE MAREY

La description des tambours de Marey a été donnée plus haut.

Nous ne parlerons pas des erreurs qui leur sont communes avec les myographes directs. Nous n'insisterons que sur deux points bien mis en relief par MM. Marey et Donders.

1° Le mouvement se transmet avec perte d'amplitude. Pour éliminer cette erreur il faudra déterminer, par une expérience préalable, à quelles forces correspondent les diverses ordonnées que l'on pourra relever sur la courbe. Un dispositif spécial, dit palpeur automatique de Déprez, opère automatiquement cette correction.

2° Le mouvement se transmet, avec un certain retard, du tambour manipulateur au tambour récepteur. Cet asynchronisme dépend de la longueur et des dimensions du tube intermédiaire et croît en même temps que ces éléments. Il suffit de mesurer la différence de chemin parcouru par les deux ondes, pour en déduire la vitesse de propagation d'une onde de compression dans le tube dont on sert. Pour un tube de caoutchouc

de 4 millimètres de diamètre intérieur cette vitesse serait, d'après Marey, de 280 mètres à la seconde.

Nous ferons remarquer que, dans le cas où la vitesse de translation de la plaque réceptrice ou du cylindre enregistreur serait très grande, on pourrait utiliser ce retard des Signaux à air pour la mesure des temps.

CONCLUSIONS

Nos conclusions tiendront dans les propositions suivantes :

1° L'emploi du myographe peut s'étendre aux expériences quantitatives les plus délicates.

2° A l'instar des appareils de mesure le levier myographique portera une échelle graduée et sera, au besoin, étalonné.

3° Le pivot-couteau doit remplacer le pivot avec vis de réglage. C'est une condition requise de sensibilité.

4° Il est absolument nécessaire que l'observateur connaisse le rôle et le maniement de chaque pièce constitutive, le fonctionnement de l'ensemble, l'influence des variations.

5° Il est non moins essentiel qu'il connaisse les causes d'erreur inhérentes à l'amplification du levier, à l'élasticité des organes de transmission, aux frottements et à l'inertie des pièces en mouvement. Il y remédiera en suivant les procédés indiqués. — Rôle d'un appareil à excentrique. Emploi des leviers de faibles amplification, correction de l'arc de cercle et des hauteurs, correction de la vitesse après agrandissement photographique...

6° Tout tracé myographique sera accompagné d'une légende explicative où il sera soigneusement fait mention du genre de myographe employé, de la nature et de la longueur du fil transmetteur, de l'amplification du levier, de la valeur des poids tenseurs nominatif et réel.

7° Tout physiologiste, qui serait tenté de donner son nom à un nouveau myographe, fera bien de jeter un coup d'œil sur la longue liste de ceux déjà inventés et de méditer la description de chacun d'eux. Il évitera de s'attirer l'amer reproche d'avoir fait une *redécouverte* et d'avoir confondu innovation avec perfectionnement.

BIBLIOGRAPHIE

1850. **Helmholtz**. — Archiv. f. Anat. u physiol.
1852. — Archiv. f. Anat. u physiol.
1855. **Valentin**. — Lehrbuch der Physiologie des Menschen.
1858. **Wundt**. — Die Lehre von der Muskelbewegung. Braunschweig.
- **Ludwig**. — Lehrbuch der Physiologie des Menschen. T. I. Heidelberg.
1860. **Funke**. — Ber d. sachs. acad, S. 65.
- **Heidenhain**. — Archiv. f. anat. u physiol. S. 543
1862. **Aeby**. — Untersuchungen ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Muskeln. Brunswick.
- **Harless**. — Abhandlungen der bayr. Akad. der Wissenschaft. II. Cl. Bd. IX.
1863. **Valentin**. — Die Zuckungsgesetze des lebenden Nerven und Muskels. 2. Aufl. S. I. Leipzig u Heidelberg.
- — — — — Physiol. pathol. d. nerven. Heidelberg.
1864. **Thiry (L.)**. — Ueber ein neues Myographion. Ztschr. rat, med. Leipz. u Heidelberg 3. R. XXI.
- **Schelske**. — Muller's Archiv.
1865. **Kohlrausch**. — Jahresber. der Frankf. physik. Vereins.

1867. **Donders.** — Examen du cardiographe. Archives néerlandaises.
1868. **Marey.** — Du mouvement dans les fonctions de la vie.
1869. **Landois et Mosler (F.).** — Ein Myographium und dessen Anwendung auf die Untersuchung gesunder und Krankermuskeln, beim Menschen. Berl. Klin. Wochenschrift XI.
- 1867 et 1870. Helmholtz und Baxt. Acad. sc. de Berlin.
1872. Helmholtz S. bei Fich. Wurzburger Verhandl. Neue Folge, II.
- **Wundt.** — Nouveaux éléments de physiologie humaine, traduits de l'allemand sur la 2^e éd. par Bouchard.
1873. **Jendrassik (J.).** — Fallmyographion Budapest. Carl's Respect. d. Physik, IX, S. 313.
- **Dubois-Reymond (E.).** — Das Federmyographion, gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel und Nerven physik. Ann. de Physik, Jubelband. S. 596, Ges. Abh. I. S. 271.
1874. **Jendrassik (J.).** — Arch. f. Anat. u Physiol. 1874 S. 513.
1875. **Rollett.** — Sitzungsber. d. Wiener Akademie, 3 Abth LXXII, S. 354.
1876. **Cyon (E. de).** — Methodik der physiol. Experim., St-Petersburg.
- **François-Frank.** — Dict. encycl. des sc. med., Paris 1876, 2^e s. II, 225-239.
1877. **Vierordt.** — Grundriss der Physiologie.

- **Brücke.** — Sitzungsber. d. Wiener, Acad.
LXXV.
1878. **Marey.** — La méthode graphique dans les Sciences
expérimentales.
1879. **Hermann.** — Handbuch der Physiologie 1879, I.
1879. **Blix (M).** — En ny myograph. Upsala Lakarefo-
rennings Forhandlingar, XV, 471-80, 1 pl.
- **Putnam (J. J.).** — Description of a modified myo-
graph. J. Physiol. Lond. II.
1880. **Foster.** — A text book of Physiology Philadel-
phie, 1880.
1881. **Iendrassik.** — A Matagol Sorakoztato cőomyogra-
phium és Alkalmazásának vázlata. Budapest.
- **Von Vintschgau (M.)** und *M. Dietl.* Ein Cylinder-
feder. — Myographion, Arch. f. d. ges. Phy-
siol. XXV.
1882. **Frédéricq.** — Myographe pour l'étude de la
période latente. Arch. de Biol. Gand. III.
1883. **Rosenthal (J.).** — Ueber ein neues Myographion,
und einige mit demselben angestellte Versuche.
Arch. physiol. Leipzig. Suppl. Bd.
- **Gruenhagen (A.).** — Beschreibung eines neuen
Myographions, zur Messung der Geschwindigkeit
nervöser Leitungsvorgänge. Schrift. d. phys.
Ökonom. Gesellsch. Zu Königsberg, XXIV.
1886. **Vittorio Aducco.** — Contribution à l'étude du
tétanos des muscles striés. Arch. ital. de Biolo-
gie.
- **Bohr (Ch.).** — Sur l'emploi de la photographie ins-
tantanée dans les recherches myographiques
(Med tre Travler, en danois).

1887. **Grutznec (P.)**. — Ein neues Myographion. Arch. f. d. ges. Physiol. Bonn, 1887, XLI.
1888. **Danilewski**. — Eléments de physiologie, t. 1. Karkoff.
1889. **Zumga**. — Manuel de tecnica fisiologica Madrid.
- **Fick**. — Versuche ueber isometrische Muskelzuckungen. Arch. f. d. ges. Physiol. Bonn XLV.
- **Langendorff**.
1893. **Von Frey (M.)**. — Ein Verfahren zur Bestimmung des Tragheitsmomentes von Schreibhebeln. Arch. f. Physiol. Leipz.
- **Schoenk**. — Notiz betreffend Registrirung der Muskelsprannung. Arch. f. d. ges. Physiol.
1894. **Kaiser**. — Notiz betreffend Registrirung der Muskelsprannung. Arch. f. d. d. ges. Physiol.
- **Marey**. — Le mouvement.
- **Frank (O.)**. — Die Vervielfältigung von Curven auf mecanischen m Wege. Arch. f. Physiol. Leipz.
- **Mergier (G.-E.)**. — Myographie clinique. Arch. d'Electr. méd. de Bordeaux, II.
1898. **Brodie**. — The Essentials of Experimental Physiology.
1899. **Lefeuivre (Ch.)**. — La contraction musculaire chez l'insecte. Thèse de Paris.
1900. **Chassaing (E.)**. — Sur une cause d'erreur dans les tracés myographiques. C. R. de la Société de biologie.

